

Mikko Malmivuo

## Soratien tasaisuusmittausteknologian arviointi

### Digitalisaatiohanke 3 – Maanteiden ennakoiva kunnon hallinta





Mikko Malmivuo

# Soratien tasaisuusmittaus- teknologian arviointi

Digitalisaatiohanke 3  
Maanteiden ennakoiva kunnon hallinta

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 22/2018

Liikennevirasto

Helsinki 2018

*Kannen kuva: Jaakko Vähämäki / vastavalo.net*

Verkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-317-545-7

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

**Mikko Malmivuo: Soratien tasaisuusmittausteknologian arviointi.** Liikennevirasto, kunnossapito-osasto. Helsinki 2018. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 22/2018. 20 sivua. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-545-7.

**Avainsanat:** maantiet, soratiet, mittaustekniikka, mittarit, kunnossapito

## Tiivistelmä

Tämä ns. julkinen raportti perustuu tutkimukseen, jonka tavoitteena oli verrata toisiinsa AL-Engineeringin tasaisuusmittaria ja Jalonteen matkapuhelimeen perustuvaa tasaisuusmittaria. Alkuperäisestä raportista poiketen tässä raportissa ei esitetä kumpaankaan mittariin liittyviä yksityiskohtaisia tietoja, eikä pelkästään AL-Engineeringin mittariin liittyviä laskelmia.

Esitetyssä vertailussa AL-Engineeringin tasaisuusmittareita käytettiin Toyota Land Cruiser merkkisessä henkilöautossa ja Jalonteen matkapuhelinta Volkswagen Touran merkkisessä autossa. Tutkimuksessa tasaisuusmittareita verrattiin Juha-Matti Vainion aistinvaraiseen tasaisuusluokitukseen. Tutkimuksen soratietestit suoritettiin 31.8.2017 Iin hoitourakan ja 13.11.2017 Parkanon alueen tiestöllä.

AL-Engineeringin tasaisuusmittarin ja Jalonteen matkapuhelimeen perustuvan tasaisuusmittarin vertailun haasteena oli se, että mittarit on suunniteltu hyvin erilaiseen käyttöön. Lisäksi AL-Engineeringin tasaisuusmittarin vertailu Vainion aistinvaraiseen tasaisuusluokitukseen ei ollut riippumatonta, sillä Vainion luokitusta on käytetty AL-Engineeringin tasaisuusmittarin kehityksessä. Vaikka Jalonteen matkapuhelimella ei edes pyritä absoluuttiseen tasaisuusluokitukseen, testeissä menetelmä vaikutti ajoittain noudattavan Vainion tasaisuusluokitusta jopa yllättävän tarkasti. Mikäli AL-Engineeringin tasaisuusmittaria vaivanneet häiriöt pystytään jatkossa minimoimaan, voidaan kummankin mittarin katsoa olevan jatkossa valmiita tuotantokäyttöön.

**Mikko Malmivuo: Utvärdering av teknologi för jämnhetsmätning av grusvägar.** Trafikverket, drift och underhåll. Helsingfors 2018. Trafikverkets undersökningar och utredningar 22/2018. 20 sidor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-545-7.

## Sammanfattning

Denna så kallade offentliga rapport grundar sig på en undersökning vars syfte var att jämföra AL-Engineerings jämnhetsmätare med Jalonnes mobiltelefonbaserade jämnhetsmätare. Till skillnad från den ursprungliga rapporten presenterar denna rapport inga detaljerade uppgifter för någondera mätaren, inte heller beräkningar som endast hänför sig till AL-Engineerings mätare.

I den presenterade jämförelsen användes AL-Engineerings jämnhetsmätare i en personbil av modellen Toyota Land Cruiser och Jalonnes mobiltelefon i en bil av modellen Volkswagen Touran. I undersökningen jämfördes jämnhetsmätarna med Juha-Matti Vainios jämnhetsklassificering som grundar sig på sensorisk bedömning. Undersökningens grusvägstester utfördes 31.8.2017 i vägnätet i Ijo underhållsentreprenad och 13.11.2017 i vägnätet i Parkano.

Utmaningen vid jämförelsen av AL-Engineerings jämnhetsmätare och Jalonnes mobiltelefonbaserade jämnhetsmätare var att mätarna är konstruerade för mycket olika användning. Dessutom var jämförelsen av AL-Engineerings jämnhetsmätare med Vainios på sensorisk bedömning baserade jämnhetsklassificering inte oberoende, eftersom Vainios klassificering har använts i utvecklingen av AL-Engineerings jämnhetsmätare. Även om man med Jalonnes mobiltelefon inte ens eftersträvar en absolut jämnhetsklassificering föreföll metoden tidvis rentav överraskande noggrant följa Vainios jämnhetsklassificering under testerna. Om det framöver är möjligt att minimera de störningar som AL-Engineerings jämnhetsmätare led av, kan båda mätare i framtiden anses vara klara för produktionsbruk.

**Mikko Malmivuo: Evaluating gravel road roughness measurement technology.** Finnish Transport Agency, Maintenance. Helsinki 2018. Research reports of the Finnish Transport Agency 22/2018. 20 pages. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-545-7.

## Abstract

This public report is based on a study aimed at comparing the road roughness meter developed by AL-Engineering and the cell phone based roughness meter developed by Jalonne. Contrary to the original study, this report includes no detailed information on either of the meters, or any calculations related solely to the meter developed by AL-Engineering.

In the comparison study, the roughness meters developed by AL-Engineering were used while driving a Toyota Land Cruiser, whereas the cell phone meter developed by Jalonne was used in a Volkswagen Touran. The road roughness meters were compared to a sensory roughness classification by Juha-Matti Vainio. Field tests were carried out on gravel roads in the road maintenance contract areas of Ii on 31 August 2017 and Parkano on 13 November 2017.

A challenge in providing a comparison between the roughness meter by AL-Engineering and the cell phone based roughness meter by Jalonne lay in the fact that the meters differ greatly in their intended use. Furthermore, the comparison between the AL-Engineering meter and the sensory roughness classification by Vainio was not independent, as the latter has been used for developing the roughness meter created by AL-Engineering. Although the cell phone based meter by Jalonne is not intended to provide an absolute classification of road roughness, in the tests it transpired that the meter occasionally correlated with the Vainio roughness classification with surprising accuracy. Going forward, if the current problems experienced by the AL-Engineering roughness meter can be minimised, both meters are likely to be made ready for production use.

## Esipuhe

Sorapintaisina olevien maanteiden tasaisuutta halutaan seurata, jotta tien kunnostus- ja parannustoimenpiteet osattaisiin kohdentaa oikein. Perinteisesti tasaisuutta on seurattu vain silmämääräisesti ja aistinvaraisesti, mutta nyt markkinoille on tulossa automaattisia tasaisuudenmittauslaitteita. Automaattinen mittaus mahdollistaa hyvin objektiivisen mittauksen sekä ennen kaikkea sen, että ajoneuvon kuljettaja voi käyttää resurssejaan muuhun työhön. Tässä tutkimuksen julkisessa versiossa on verrattu toisiinsa AL-Engineeringin ja Jalonteiden tasaisuusmittareita.

Tutkimuksesta on vastannut DI Mikko Malmivuo Innomikko Oy:stä.

Tutkimuksen johtoryhmään ovat kuuluneet kehittämispäällikkö Oiva Huuskonen Destia Oy:ltä, kunnossapitopäällikkö Markku Tervo Lapin ELY-keskuksesta sekä ylitarkastaja Otto Kärki Liikennevirastosta. Juha-Matti Vainio Roadmasters Oy:stä on vastannut tutkimuksen mittauksista. Lauri Kettunen ja Sauli Ruuska Jalonne Oy:stä ovat osallistuneet tutkimuksen suunnitteluun sekä muokanneet matkapuhelinsovelluksen keräämät datat tutkimuksen vaatimaan muotoon. Jarkko Lampinen on vastannut AL-Engineeringin tasaisuusmittariin liittyvistä asennuksista.

Helsingissä huhtikuussa 2018

Liikennevirasto  
Kunnossapito-osasto



# Sisällysluettelo

1	JOHDANTO .....	8
1.1	Tausta ja tavoite .....	8
2	MAANTEIDEN TASAISUUDEN LUOKITTELU .....	9
3	SUORITETUT TESTIT JA NIIDEN ETENEMINEN .....	12
3.1	Testien valmistelu .....	12
3.2	Soratietestit 31.8.2017 Iin urakan alueella .....	12
3.3	Lisätestit Parkanon ympäristön sorateilla 13.11.2017 .....	13
4	TULOKSET, AL-ENGINEERINGIN MITTARIN JA JALONTEEN MATKAPUHELINMITTARIN VERTAILU.....	14
4.1	Testit Iin urakassa tiellä 18801.....	14
4.2	Testit Parkanossa tiellä 13265.....	17
5	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	19
	LÄHTEET .....	20

# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta ja tavoite

Liikennevirasto on asettanut vaatimukset sora- ja polanpintojen tasaisuudelle. Teiden hoidosta vastaavan urakoitsijan tulee katsoa, että vaatimukset täyttyvät. Tasaisuusvaatimukset perustuvat aistinvaraiseen arviointiin. Aistinvaraisen mittauksen ongelmana on, että tuloksen objektiivisuuden osoittaminen voi ajoittain osoittautua vaikeaksi.

AL-Engineering Oy:n tasaisuusmittarin kehitystyöstä ovat vastanneet tekn. tri Anssi Lampinen ja tekn. tri Kimmo Simomaa CCD-Fotoniikka Oy:stä. Kyseessä on tasaisuusmittari, jossa kummankin takapyörän lähettyville kiinnitetään kiihtyvyyssanturit. Menetelmässä anturitieto välitetään tietokoneelle, joka arvioi reaaliaikaisesti tasaisuusluokan. Vaikka anturit on kiinnitetty ns. jousittamattomaan massaan, ajoneuvon ominaisuudet vaikuttavat mittaustulokseen. Tämän vuoksi mittaus edellyttää ajoneuvojen kalibrointia.

Jalonne Oy on kehittänyt matkapuhelimissa käytettävän tasaisuusmittaussovelluksen. Tässä tutkimuksessa testattiin Jalonteen joukkoistettuun tiedon tuottamiseen suunnittelemaa sovellusta. Tämä tarkoittaa, että menetelmässä tasaisuutta arvioidaan usean samaa tieosuutta kulkevan ajoneuvon avulla. Yksittäisiä mittareita ja ajoneuvoja ei tarvitse kalibroida.

Tutkimuksen tavoitteena on verrata AL-Engineeringin tasaisuusmittaria Jalonteen joukkoistettuun matkapuhelinmittaukseen perustuvaan tasaisuusestimaattiin.

Testit pyritään suorittamaan Iin digiurakan alueella.

## 2 Maanteiden tasaisuuden luokittelu

Suomessa sorateiden pintakunnon määrittäminen on pitkään perustunut pääosin aistinvaraisiin havaintoihin. Tasaisuusluokkia on 5 (Tiehallinto 2008):

Kuntoarvo 1: Tien pinta on erittäin epätasainen

- pinnalla on kuoppia, pyykkilautaa, painumia, kohoumia, uria, joita ei pysty väistämään omalla ajokaistalla
- pintaa on tarkkailtava ja ajonopeutta on hiljennettävä
- pinnalla on liikennettä mahdollisesti vaarantava, tai ajoneuvon rikkova kohta

Kuntoarvo 2: Tien pinta on epätasainen

- pinnalla on haittaavasti kuoppia, pyykkilautaa, painumia, kohoumia tai uria
- nopeutta on hiljennettävä ja epätasaisia kohtia varottava
- epätasaisuudet vaikuttavat ajolinjan valintaan

Kuntoarvo 3: Tienpinta on suurimmaksi osaksi tasainen

- pieniä kuoppia ja muuta epätasaisuutta voi olla paikoitellen
- epätasaisuudet voidaan väistää turvallisesti eikä ajonopeutta tarvitse niiden vuoksi hidastaa
- henkilöautolla ei tarvitse hidastaa ajonopeutta eikä poiketa oikealta ajokaistalta tien pintakunnon takia

Kuntoarvo 4: Tienpinta on tasainen

- muutamia pieniä erillisiä kuoppia voi siellä täällä esiintyä
- epätasaisuuden takia ei tarvitse hidastaa ajonopeutta

Kuntoarvo 5: Tien pinta on hyvin tasainen

- mahdollinen pieni epätasaisuus ei vaikuta ajomukavuuteen

Kuvissa 1–5 tasaisuusluokat on esitetty vielä kuvin. Kuntoarvoa edustava tien osuus on rajattu kuvissa valkoisella viivalla.



Kuva 1. Kun tien pinnalla on lähes koko ajoleveydeltä terävää pyykkilautaa tai kuoppia, joita ei pysty väistämään omalla ajokaistalla, kuuluu tieosuus tasaisuusluokkaan 1.



Kuva 2. Kun tien pinnalla on haittaavasti pyykkilautaa, kohoumia, painumia, kuoppia tai uria joita ei pysty välttämään, kuuluu tieosuus tasaisuusluokkaan 2.



Kuva 3. Kun tien pinnalla on pientä epätasaisuutta, jonka vuoksi ei tarvitse vähentää ajonopeutta tai poiketa omalta kaistalta, kuuluu tieosuus tasaisuusluokkaan 3.



Kuva 4. Kun tiessä esiintyy pieniä kuoppia tai epätasaisuutta, jonka vuoksi ei tarvitse vältellä tai hiljentää ajonopeutta, kuuluu tieosuus tasaisuusluokkaan 4.



Kuva 5. Kun tien pinta on niin tasainen, ettei mahdollinen pieni epätasaisuus vaikuta ajomukavuuteen, kuuluu tieosuus tasaisuusluokkaan 5.

Hoidon ja ylläpidon tuotekorteissa on vielä tarkennettu pintakuntovaatimuksia (Liikennevirasto 2012) (taulukko 1).

Taulukko 1. Sorateiden keskeiset pintakuntovaatimukset

Soratieluokka	Tasaisuus	Kiinteys	Pölyävyys
I	Vähintään 3	Vähintään 3	Vähintään 3 100 m lähempänä asutusta ja erityis- kohteita 4
II	Pääosin vähintään 3 soratiellä tai sen 1 km osuudella kuntoarvoa 2 enintään 10 %	Pääosin vähintään 3 soratiellä tai sen 1 km osuudella kuntoarvoa 2 enintään 10 %	Vähintään 3 100 m lähempänä asutusta ja erityis- kohteita 4
III	Pääosin vähintään 3 soratiellä tai sen 1 km osuudella kuntoarvoa 2 enintään 20 %	Pääosin vähintään 3 soratiellä tai sen 1 km osuudella kuntoarvoa 2 enintään 20 %	Vähintään 2 100 m lähempänä asutusta ja erityis- kohteita 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kuntoarvoa 1 ei saa esiintyä missään soratieluokassa.</li> <li>Tasaisuuden kuntoarvoa 2 ei saa olla yhtenäisenä jaksona yli 20 m luokissa II ja III.</li> <li>Soratien pinnalla olevan kuopan syvyys ei saa olla yli 7 cm.</li> <li>Soratien pinnalla ei saa olla ajoneuvon rikkovia teräviä heittoja tai maakiviä.</li> <li>Soratien ja päällystetyn tien rajakohta on pidettävä tasaisena.</li> <li>Soratien pinnalla ei saa olla yli 3 cm irtokiviä.</li> <li>Sivukaltevuuden on oltava <math>4 \% \pm 1 \%</math> ja kaarteissa yksipuolisena max. 7 %.</li> <li>Yli 3 cm korkeat ja muut liikennettä haittaavat maakivet on poistettava tasaustyön yhteydessä ja viimeistään 1 vk kuluessa.</li> <li>Kiinteyden vaatimukset on täytettävä I luokassa 1 vk, II luokassa 2 vk ja III luokassa 3 vk kuluttua sorakulutuskerroksen tasaus- ja muokkaustoimenpiteistä.</li> <li>Pölyävyyden erityiskohteita ovat vihannes- ja marjaviljelmät, koulut ja laitokset.</li> </ul>			



## 3 Suoritetut testit ja niiden eteneminen

### 3.1 Testien valmistelu

AL-Engineeringin tasaisuusmittarin vaatimat anturit oli asennettu Roadmasters Oy:n Toyota Land Cruiseriin jo syksyllä 2016. Marraskuun lopussa 2016 tehdyssä kalibrointitestissä AL-Engineeringin tasaisuusmittarin todettiin toimineen ajoneuvossa moitteettomasti.

Tässä raportissa esitetyssä vertailussa AL-Engineeringin mittaria käytettiin Toyota Land Cruiser merkkisessä ajoneuvossa ja Jalonteen tasaisuusmittaria Volkswagen Touran merkkisessä ajoneuvossa. Testissä käytetyt ajoneuvot on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Testeissä käytetyt ajoneuvot

### 3.2 Soratietestit 31.8.2017 Iin urakan alueella

Tutkimuksen tavoitteena oli, että kaikki tutkimussuunnitelman mukaiset soratietestit saadaan tehtyä Iin hoitourakan alueella. Destia oli etukäteen kartoittanut sopivimpia tieosuuksia ja lisäksi Malmivuo kiersi Iin urakan tiestöllä keskiviikkona 30.8.2017. Valitettavasti urakan alueelta ei kuitenkaan juurikaan löytynyt tasaisuusluokan 1 teitä.

Torstaina 31.8.2017 tehtiin soratietestit niillä Iin urakan tieosuuksilla, jotka parhaiten sopivat testeihin. Testien yhteydessä havaittiin, ettei toinen Land Cruiserin kiihtyvyysanturi (AL-Engineeringin mittari) toiminut lainkaan.

### 3.3 Lisätestit Parkanon ympäristön sorateilla 13.11.2017

Koska Toyota Land Cruiserissa aiemmin käytettyä anturityyppiä ei enää myyty, vaihdettiin autoon uudet anturit. Tämän jälkeen autoille tehtiin kaksi kalibrointitestiä, sillä ensimmäisessä testissä havaittiin puutteita anturien kiinnityksessä. Soratietestejä päästiin siten jatkamaan vasta marraskuussa.

Täydentävät soratietestit suoritettiin Parkanon ympäristön sorateilla. Näissä testeissä onnistuttiin löytämään riittävästi tasaisuusluokan 1 kohteita.

## 4 Tulokset, AL-Engineeringin mittarin ja Jalonteiden matkapuhelinmittarin vertailu

AL-Engineeringin tasaisuusmittarin ja matkapuhelimeen perustuvan mittarin vertailu on haasteellista, koska mittareita käytettiin eri tavoin. AL-Engineeringin mittarin anturit asennetaan jousittamattomaan massaan ja ajoneuvokohtaisen kalibroinnin myötä sillä pyritään mahdollisimman tarkkaan absoluuttiseen tarkkuuteen.

Joukkoistetussa käytössä matkapuhelinmittaus on pyritty tekemään mahdollisimman helposti käytettäväksi ja asennettavaksi. Tasaisuutta arvioidaan useamman samalla tiejaksolla tehtävän ajokerran perusteella. Absoluuttisen tarkkuuden suhteen mittarille ei ole samanlaisia vaatimuksia kuin AL-Engineeringin mittarille. Matkapuhelimeen perustuva tasaisuusmittari ilmoittaa tasaisuuden kolmiportaisella asteikolla, AL-Engineeringin mittari viisiportaisella Liikenneviraston asteikolla. Asteikkoja on vertailtu taulukossa 2.

*Taulukko 2. Matkapuhelimen ja Liikenneviraston tasaisuusluokituksen vertailu*

<b>Matkapuhelimen tasaisuusluokka</b>	<b>Liikenneviraston tasaisuusluokka</b>
1	1-2
2	3
3	4-5

Tässä tutkimuksessa mittareiden vertailua vaikeuttaa vielä se, että AL-Engineeringin mittaria on testien yhteydessä edelleen kehitetty. Koska testien aineistoa on käytetty AL-Engineeringin mittarin tasaisuusluokituksen tarkistamiseen, ei AL-Engineeringin mittarin tasaisuusluokitus ole näissä testeissä lainkaan yhtä riippumaton kuin matkapuhelinmittarin tasaisuusluokitus. Vertailussa ei kuitenkaan pyritäkään ratkaisemaan mittarien absoluuttista paremmuutta. Tarkoituksena on ainoastaan arvioida karkeasti mittarien tarkkuuden suuruusluokkaa ja keskinäisiä eroja.

Mittareita on vertailtu sekä Iin testien että Parkanon testien yhteydessä.

### 4.1 Testit Iin urakassa tiellä 18801

Volkswagen Touranissa käytettiin kahta matkapuhelinta. Lisäksi testiosuus ajettiin kahteen kertaan. Sen vuoksi kuvien 7 ja 8 matkapuhelinarvio perustuu neljän matkapuhelindatan perusteella tehtyyn tasaisuusluokitukseen.

Aistinvaraisella arviolla tarkoitetaan Juha-Matti Vainion tekemää aistinvaraista Liikenneviraston ohjeen (luku 2) mukaista tasaisuusluokitusta. Luokitus tehtiin siten, että Vainio ensin ajoi reitin kertaalleen alustavasti luokitusta pohtien. Luokitus kirjattiin toisella ajokerralla. Luokitusta kirjatessaan Vainio pysähtyi jokaisen arvioimansa luokkamuutoksen kohdalle, jotta luokkamuutoksen paikka rekisteröityisi mahdollisimman tarkkaan. Luokitus tehtiin erikseen kumpaankin suuntaan vain kyseisen suunnan ”ajo-kaistan” osalta.



Sekä kuvassa 7 että 8 on vertailtu toisiinsa neljää erilaista tasaisuusarviota. Arviot ovat seuraavat:

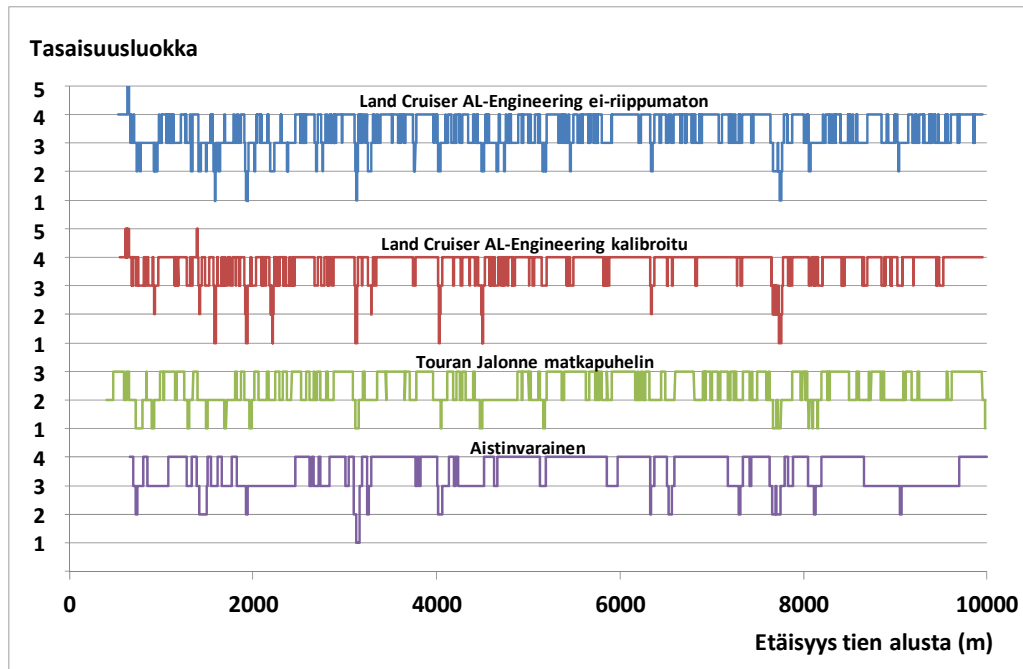
- "Land Cruiser AL-Engineering ei-riippumaton" kertoo Land Cruiserin vasemmanpuoleisen anturin perusteella tehdyn tasaisuusluokituksen siten, että luokitus pohjautuu suoraan aistinvaraiseen arvioon. Mittarin tulosta ei ole siten tuotettu lainkaan riippumattomasti.
- "Land Cruiser AL-Engineering kalibroitu" kertoo Land Roverin vasemmanpuoleisen anturin perusteella tehdyn tasaisuusluokituksen siten, että luokitus pohjautui vajaa kolme kuukautta myöhemmin Parkanossa tehtyyn aistinvaraisen arvion ja mittarin tulosten vertailuun. Parkanon laskentaa korjattiin tässä Iin ja Parkanon mittausten yhteydessä tehtyjen kalibrointien perusteella. Iin ja Parkanon välillä tapahtui useita muutoksia: anturimallia ja sen kiinnitystä muutettiin ja lisäksi mittausten välillä vaihdettiin kesärenkaat talvirenkaiksi. Lisäksi tietyistä historiallisista syistä johtuen Iin mittaukset tehtiin 60 km/h nopeudessa, mutta Parkanon mittaukset 50 km/h nopeudessa. Kalibroinnin pitäisi periaatteessa tämä nopeusero ottaa huomioon.
- "Touran Jalonne matkapuhelin" kertoo Volkswagen Touranissa olleiden puhelien datan perusteella tehdyn tasaisuusluokituksen
- "Aistinvarainen" kertoo Juha-Matti Vainion aistinvaraisen tasaisuusluokituksen tuloksen

Kuvien 7 ja 8 ero on siinä, että kuvassa 7 ajetaan tietä 18801 tienumeron suuntaan ja kuvassa 8 vastakkaiseen suuntaan. Näissä kuvissa matkapuhelindatan ajosuunnat on jouduttu erottelemaan käsityönä.

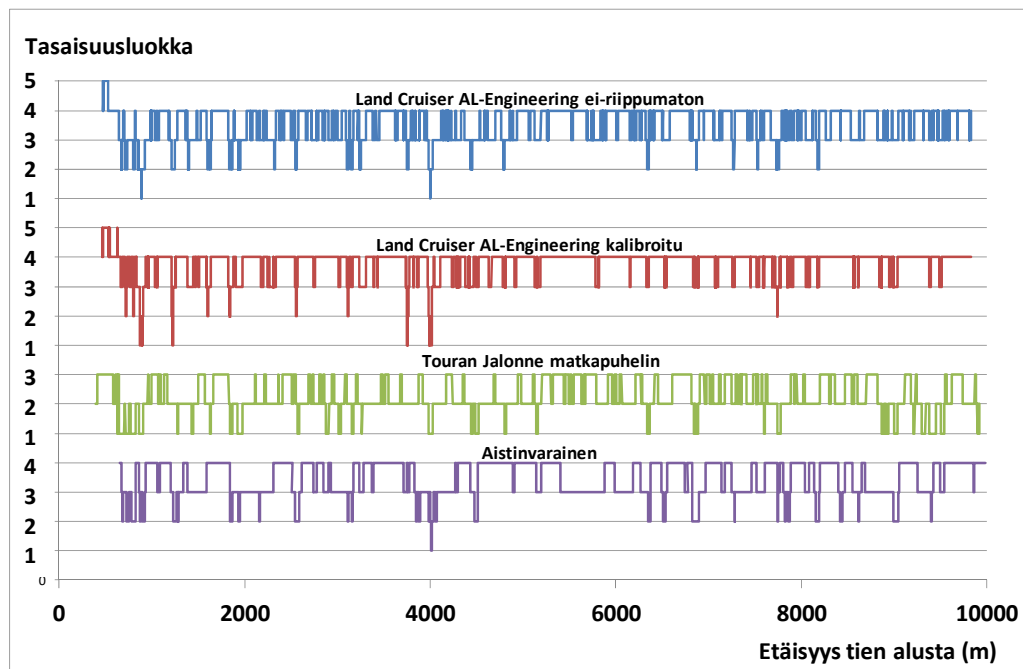
Kaikilla neljällä tasaisuusmittarimenetelmällä tuotetut tasaisuusarviot näyttävät käyttäytyvän "suhteellisesti" varsin yhteneväisesti. Tämä tarkoittaa, että kunkin menetelmän suhteellisesti pienimmät tasaisuusluokat vaikuttavat korreloivan varsin hyvin paitsi toistensa, myös Vainion aistinvaraisen arvion kanssa.

Touranissa sijainneiden matkapuhelinten data näyttää korreloivan myös absoluuttisesti varsin tarkkaan aistinvaraisen arvion kanssa, mitä on pidettävä merkittävänä tuloksena, kun otetaan huomioon, että tämä tasaisuusarvio tuotettiin täysin riippumattomasti, aistinvaraista arviota tuntematta.

AL-Engineeringin mittarin kalibrointi ei ole täysin onnistunut siirtämään Parkanon tuloksia Iihin ja jää siten jonkin verran suoraan aistinvaraisten tulosten pohjalta tuotetun "ei-riippumattoman mittarin" absoluuttisesta tasosta.



Kuva 7 Erilaisten tasaisuuden arviointimenetelmien vertailua tiellä 18801 tienumeron suuntaan.



Kuva 8 Erilaisten tasaisuuden arviointimenetelmien vertailua tiellä 18801 tienumeron suuntaa vastaan.

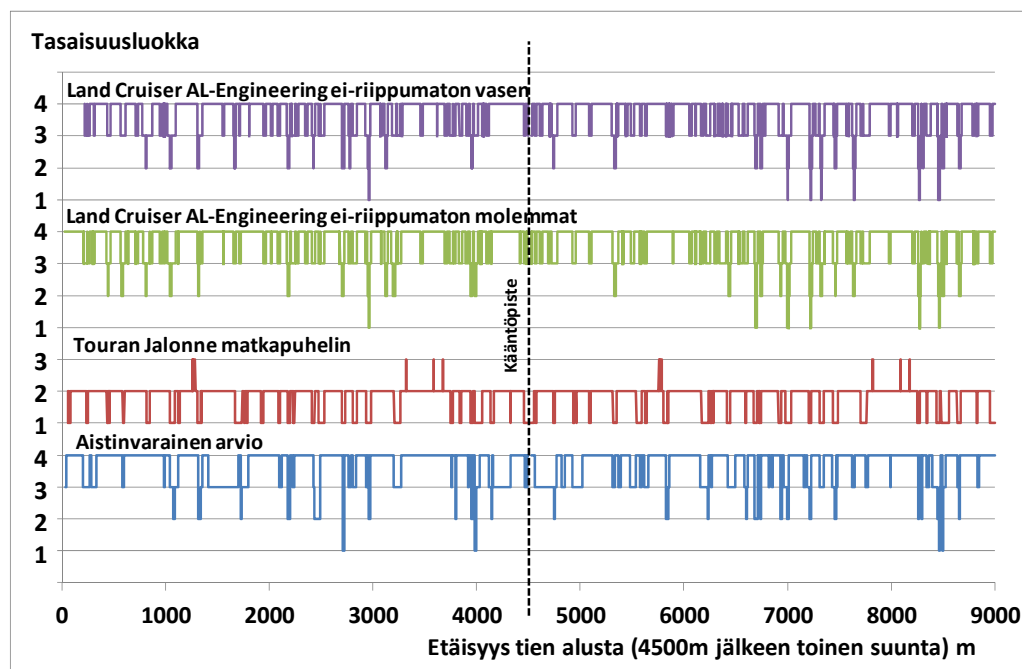
## 4.2 Testit Parkanossa tiellä 13265

Parkanon testien osalta tässä on esitetty tulokset teiden 13265 ja 13278 osalta. Kuvassa 9 on esitetty 4,5 km pitkän tien 13265 molemmat suunnat ja vastaavasti kuvassa 10 on esitetty 1,5 km pitkän tien 13278 molemmat suunnat samassa kuvassa. Kuvien 9 ja 10 tasaisuusarviot ovat seuraavat:

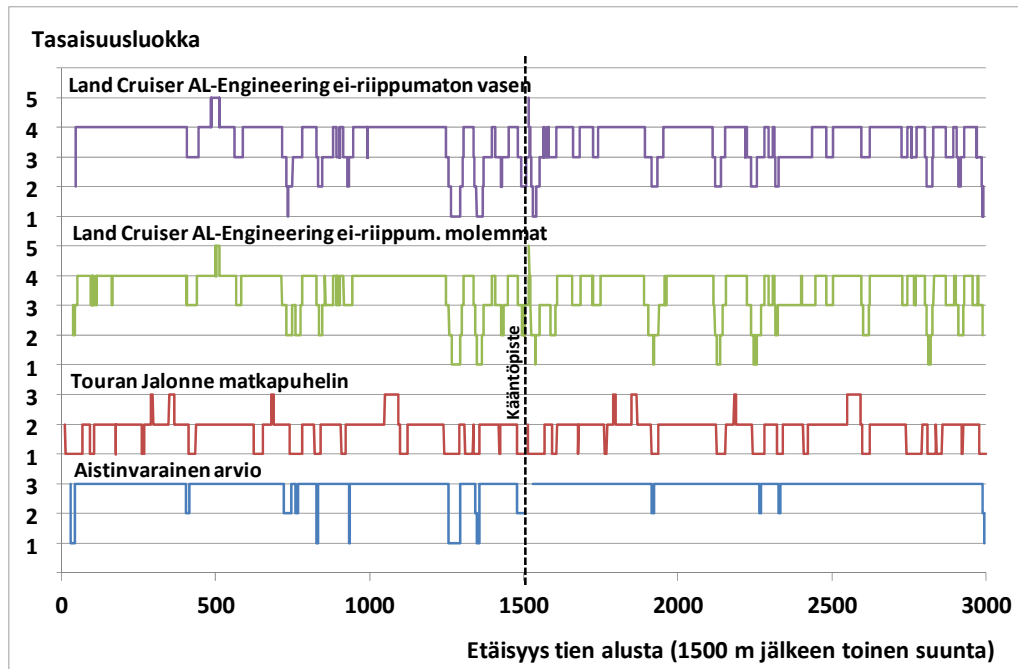
- "Land Cruiser AL-Engineering ei-riippumaton vasen" on pelkän vasemman anturin perusteella tehty AL-Engineeringin mittarin tasaisuusluokitus
- "Land Cruiser AL-Engineering ei-riippumaton molemmat" on molempien anturien perusteella tehty AL-Engineeringin mittarin tasaisuusluokitus
- "Touran Jalonne matkapuhelin" kertoo Touranissa sijainneiden Jalonteiden matkapuhelimien perusteella tuotetun tasaisuusarvion. Tässä tapauksessa käytössä oli data, jossa ajosuuntia ei oltu eroteltu. Tulokset ovat siis identtiset kumpaankin ajosuuntaan.

AL-Engineeringin mittarin osalta tien 13265 tulokset on suoraan laadittu samalla tiellä tehdyn aistinvaraisen arvion pohjalta, joten tien 13265 tulokset ovat hyvin ei-riippumattomia. Mittarin tässä kehitysvaiheessa ei ollut riittävästi sellaista muualla tuotettua laadukasta tausta-aineistoa, jota olisi voitu tähän tilanteeseen kalibroida. AL-Engineeringin mittarin osalta tien 13278 tulokset on laadittu tien 13265 materiaalin analyysien pohjalta, joten tien 13278 tulokset ovat hieman riippumattomampia.

Kuvien 9 ja 10 perusteella voidaan todeta, että matkapuhelimen data on jälleen suhteellisesti varsin identtinen aistinvaraisen arvion kanssa, mutta nyt absoluuttinen taso näyttäisi olevan hieman aistinvaraista arviota alempana.



Kuva 9 Erilaisten tasaisuuden arviointimenetelmien vertailua tiellä 13265. Kuva edustaa 4500 metriä pitkän tien kahta suuntaa.



Kuva 10 Erilaisten tasaisuuden arviointimenetelmien vertailua tiellä 13278. Kuva edustaa 1500 metriä pitkän tien kahta suuntaa. Aistinvaraisessa arviossa on yhdistetty luokat 3 ja 4.

Koska AL-Engineeringin ja Jalonteen mittareita joudutaan arvioimaan hyvin erilaista taustaa vasten, katson ettei mittarien erojen yksityiskohtaisempi selvittäminen ole tässä yhteydessä aiheellista.

## 5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämän ns. julkisen raportin tavoitteena oli ainoastaan verrata keskenään AL-Engineeringin Jalonteen tasaisuusmittareita. Esitetyssä vertailussa AL-Engineeringin mittaria käytettiin Toyota Land Cruiser merkkisessä autossa ja Jalonteen matkapuhelimeen perustuvaa mittaria Volkswagen Touran merkkisessä henkilöautossa.

Tutkimuksen soratietestit suoritettiin kahdessa eri paikassa. Ensimmäiset testit suoritettiin 31.8. Iin urakan alueella. AL-Engineeringin mittarin toimintahäiriön ja kyllin epätasaisen soratieosuuden puutteen vuoksi toinen soratien testijakso suoritettiin 13.11.2017 Parkanon alueen sorateilla.

AL-Engineeringin mittarin ja Jalonteen matkapuhelinmittarin tarkka vertaaminen oli haastavaa monesta syystä. Mittarit olivat varsin erilaisia:

- AL-Engineeringin mittarin tavoitteena on arvioida tasaisuutta mahdollisimman suurella absoluuttisella tarkkuudella. Tämän vuoksi jokainen ajoneuvoon asennettu mittari kalibroidaan erikseen. Mittarin anturit on kiinnitetty jousittamattomaan massaan. Mittari on tarkoitettu ammattilaisten työvälineeksi.
- Testeissä oli käytössä Jalonne Oy:n järjestelmän joukkoistettu versio, joka on suunniteltu mahdollisimman helppokäyttöiseksi. Tämä versio ei edellytä erillistä kalibrointia, koska joukkoistetussa mittauksessa ei tarvitse pyrkiä absoluuttiseen tarkkuuteen. Toisin kuin AL-Engineeringin mittari, Jalonteen mittari oli tässä tutkimuksessa kiinnitetty jousitettuun massaan.

Mittarien vertailua vaikeutti lisäksi se, että AL-Engineeringin mittarilla ei kyetty aineiston perusteella tuottamaan täysin riippumatonta tasaisuusluokitusta. Kun AL-Engineeringin mittaria tutkimuksessa kehitettiin suhteessa Vainion tekemään aistinvaraiseen tasaisuusluokitukseen, AL-Engineeringin mittarilla oli vertailussa etulyöntiasema Jalonteen mittariin nähden, jonka tulokset syntyivät aidosti Vainion tasaisuusluokitusta tuntematta.

Toisaalta Jalonteen mittarin etuna oli se, että mittari esitti tulokset lopulta kolmen tasaisuusluokan avulla, kun AL-Engineeringin mittarilla luokkia oli viisi. Mittarin mahdollisuudet luokkavalinnan onnistumisen suhteen kasvavat selvästi luokkien määrän vähentyessä.

Tasaisuusluokan 1 osuudet olivat testissä varsin lyhyitä, usein vain muutaman metrin mittaisia. On todennäköistä, että AL-Engineeringin mittari olisi havainnut niitä vielä paremmin, jos luokitusta olisi tehty lyhyemmälle osuudelle, kun nyt käytetylle 20 metrin keskiarvolle.

Testien mukaan Jalonteen mittari pystyi Iin testien yhteydessä yllättävän hyvään absoluuttiseen tarkkuuteen ja Parkanon testien yhteydessä hyvään suhteelliseen tarkkuuteen. Tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että Jalonteen mittausprosessi laskenta-algoritmeineen on mahdollisesti hieman kehittyneempi kuin AL-Engineeringin mittarissa. Joka tapauksessa molemmat menetelmät vaikuttavat puolustavan hyvin paikkaansa siinä tehtävässä, mihin ne on suunniteltu.

Jalonteiden mittari toimi testissä lähes ongelmitta. AL-Engineeringin mittarin suhteen esiintyi teknisiä ongelmia. AL-Engineeringin mittarin ongelmia pystytään todennäköisesti vähentämään anturien suojausta ja kaapelointia kehittämällä.

## Lähteet

Liikennevirasto 2012: Hoidon ja ylläpidon tuotekortit 30.1.2012. Ohjejulkaisu. 44 s.

Tiehallinto 2008: Sorateiden pintakunnon määrittäminen. Ohjejulkaisu. 20 s.



ISSN-L 1798-6656  
ISSN 1798-6664  
ISBN 978-952-317-545-7  
[www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi)

Liik  
enne  
vira  
sto